

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra hydromechaniky a hydraulických zařízení

Pneumaticky ovládaná závora pro vjezd na parkoviště
Pneumatic Controlled Bar of Car Park Gate

Student: Tomáš Kubala
Vedoucí bakalářské práce: Ing. Miloslav Žáček

Ostrava 2011

Zadání bakalářské práce

Student: **Tomáš Kubala**
Studijní program: B2341 Strojírenství
Studijní obor: 2302R007 Hydraulické a pneumatické stroje a zařízení
Téma: **Pneumaticky ovládaná závora pro vjezd na parkoviště.**
Pneumatic Controlled Bar of Car Park Gate

Zásady pro vypracování:

Navrhnete pneumatický pohon závory pro vjezd na parkoviště. Ovládání pohonu bude ruční z vrátnice.

Vypracujte:

1. Potřebné výpočty pro dimenzování pohonu závory.
2. Návrh pneumatického obvodu včetně volby prvků, výkres obvodového schématu.
3. Dispoziční výkres zařízení závory.
4. Technický popis zvoleného řešení a pokyny pro provozování pneumatického systému.

Seznam doporučené odborné literatury:

KOPÁČEK, J. *Pneumatické mechanismy. Díl I. Pneumatické prvky a systémy*. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 1996. 265 s. ISBN 80-7078-306-0.
WĘSIERSKI, Ł. *Projektowanie pneumatycznych układów napędowych i sterujących*. Kraków: Wydawnictwa AGH, 1994. 112 s.
KRÍŽ, R; VÁVRA, P. *Strojírenská příručka. 4. svazek*. Praha: Scientia, 1994. 254 s. ISBN 80-85827-58-1.
SMC Industrial Automation CZ s.r.o. Brno: *SMC Training. Stlačený vzduch a jeho využití*. 344 s.
Firemní podklady firem Festo, SMC, Bosch Rexroth.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Miloslav Žáček**

Konzultant bakalářské práce: Ing. Lukáš Dvořák, Ph.D.

Datum zadání: 17.12.2010

Datum odevzdání: 23.05.2011



Kozubková

prof. RNDr. Milada Kozubková, CSc.
vedoucí katedry

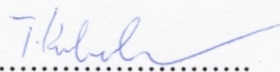
Farana

prof. Ing. Radim Farana, CSc.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě.....23.5.2017.....

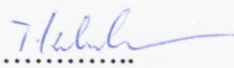
.....

podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- беру на ве́домі, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že bakalářská práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- было с́еднано, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- было с́еднано, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- беру на ве́домі, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě :23.5.2017.....



podpis

Jméno a příjmení autora práce: Tomáš Kubala

Adresa trvalého pobytu autora práce: Nová Ves 345, Frýdlant n. Ostr., 73911, ČR

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

KUBALA, T. *Pneumaticky ovládaná závora pro vjezd na parkoviště: Bakalářská práce*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra hydromechaniky a hydraulických zařízení, 2011, 43s. Bakalářská práce, vedoucí: Žáček, M.

Tato bakalářská práce se zabývá návrhem pneumatického mechanismu otevírání a zavírání parkovací závory pro vjezd na parkoviště. Závoru bude ovládat obsluha na vrátnici a vjezdový pruh bude mít šířku 2,5 metru. Bakalářská práce obsahuje informace užitečné a potřebné pro konstruování závory, tak aby byla závora použitelná v provozu. Dále pak výpočty pro volbu pohonu závory, volbu pneumatických prvků, vyřešené tlumení a zamyšlení nad dalšími možnostmi. Na závěr práce obsahuje technický popis zvoleného řešení a pokyny pro provozování systému.

ANNOTATION OF BACHELOR THESIS

KUBALA, T. *Pneumatic Controlled Bar of Car Park Gate: Bachelor Thesis*. Ostrava: VŠB – Technical university of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Hydrodynamics and Hydraulic Equipment, 2011, 43p. Thesis head: Žáček, M.

This thesis describes the design of the pneumatic mechanism for opening and closing park gates for the entrance to the park lot. Gates will control the operation of the lodge and entrance lane will have a width of 2.5 meters. Bachelor thesis contains information which is useful and necessary for the construction of barriers, so as to apply the sensor operation. Furthermore, the calculations for the selection of power bars, the choice of pneumatic components, fixed control and think about other options. The final part contains a technical description for the operation of the system.

Obsah

1)	Úvod	7
2)	Technické podmínky parkovacích závor	8
3)	Faktory ovlivňující výběr parkovacích závor	11
a)	Cena	11
b)	Spolehlivost	11
c)	Rychlost zvedání/spouštění	11
d)	Bezpečnost systému	11
e)	Velikost	12
f)	Náklady na provoz	12
g)	Možnost ovládání	12
4)	Existující technické řešení parkovacích závor	13
a)	Elektromechanické	13
b)	Hydraulické	14
c)	Systém Magnetic	15
5)	Pneumaticky ovládaná závora pro vjezd na parkoviště	16
a)	Rameno závory	16
b)	Volba pneumomotoru	22
c)	Volba tlumení	24
d)	Volba potrubí	27
e)	Volba škrtkových ventilů	27
f)	Rozvaděče	28
g)	Volba prvků pro zajištění a tlumení	29
h)	Volba nástrčného šroubení	30
i)	Regulátor tlaku na vstupu do obvodu (0.3 a 0.4)	31
j)	Kulový ventil 0.2	31
k)	Další možnosti dovybavení obvodu	32
l)	Rám sloupku	32
6)	Technický popis a pokyny pro provoz	34
7)	Závěr	36
8)	Seznam použité literatury:	37
9)	Seznam obrázků:	39
10)	Seznam tabulek:	40
11)	Seznam zkratk:	41
12)	Seznam příloh:	42

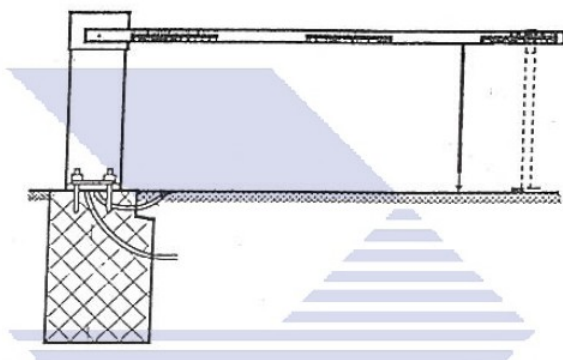
1) Úvod

Dnes nejrychlejším a nejobvyklejším dopravním prostředkem pro dopravu na kratší vzdálenosti, například do práce, je bezesporu osobní automobil. Vozidel jako dopravních prostředků v dnešní době hojně přibývá. Nejen, že není s autem k hnutí na silnicích, ale co nejvíce lidí trápí je rychlé a bezpečné parkování. Proto ve městech a u větších firem vznikají nové a nové parkoviště. Pokud však majitelé těchto parkovišť chtějí zamezit, nebo omezit vjezd na toto místo, musí použít nějaké zábrany. Ať už to jsou vjezdy do firem, vjezdy na parkoviště, podzemní garáže, či automatické parkovací systémy všude jsou využívány závary.

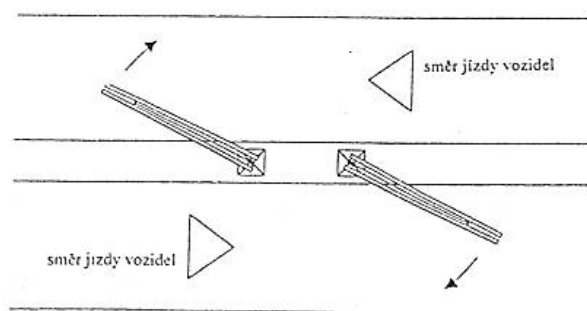
2) Technické podmínky parkovacích závor

Ministerstvo dopravy a spojů české republiky obor pozemních komunikací si firmou Silniční vývoj, spol. s.r.o. nechalo vyhotovit Technické podmínky s číslem 142. Předmětem těchto TP jsou technické požadavky na dopravní zařízení sloužící k regulaci parkování vozidel, k vyhrazení parkovacích míst nebo ploch respektive k zamezení vjezdu vozidel do vyhrazených míst. Jedná se o výrobky trvale zabudované do stavby pozemní komunikace, tedy výrobky, které podléhají certifikaci podle ustanovení §10 zákona č. 22/97 Sb., o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, u kterých výrobce nebo dovozce zajišťuje ověření shody ve smyslu §5 nařízení vlády č. 178/97 Sb. (nyní č. 163/2002 Sb.), kterým se stanoví technické požadavky na stavební výrobky, ve znění NV č. 81/99 Sb. Jedná se tedy v neposlední řadě i o parkovací závory. Tyto technické podmínky MDS OPK schválilo a nabraly účinnosti 1. ledna 2001.

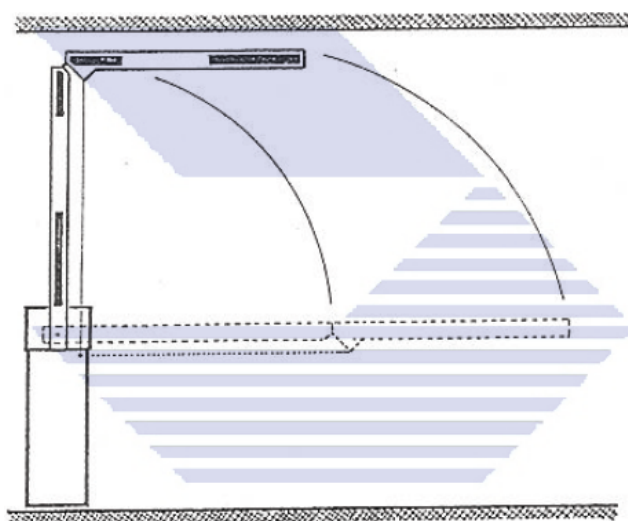
Podle těchto TP je parkovací závora dopravní zařízení, jehož hlavní součástí je sklopné (obrázek 1), nebo otočné břevno (obrázek 2), které slouží k oddělení a vyhrazení parkovacích, nebo garážových ploch a k zamezení vjezdu do těchto vyhrazených ploch a musí splňovat řadu podmínek. Skládají se z břevna závory a sloupku závory. Břevno závory je část pohyblivá, která dává mechanickou výstrahu a zasahuje do průjezdného prostoru pozemní komunikace. U automatické, či poloautomatické závory je sloupek nahrazen skříní, ve které je umístěn pohon se sklápěcím mechanismem břevna a řídicí jednotka. V případě, že výška prostoru nad závorou je nižší, než délka přehrazení je možno použít dělené břevno (obrázek 3). Řídicí jednotky umožňují různé způsoby řízení od jednoduchého s otočným přepínačem po plně automatické řízení s indukčními smyčkami a magnetickými kartami.



Obrázek 1 - Závora se sklopným břevnem[1]



Obrázek 2 - Závora s otočným břevnem[1]



Obrázek 3-Závora s děleným břevnem [1]

a) Rozměry

- pohledová šířka břevna musí mít pohledovou šířku minimálně 80mm, musí být červeno bíle pruhované o šířce pruhu přibližně 250 mm, při čemž na konci břevna musí být pruh červený
- výška břevna ve sklopné poloze musí být 800 mm až 1000 mm nad vozovkou

b) Vybavení

- červené pruhy musí být z retroreflexního materiálu nejméně třídy 1 podle ČSN 01 8020
- v odůvodněných případech může být břevno závory vybaveno výstražným světlem typ VS4 (podle TP65)

c) Technické požadavky

- zvednuté břevno nesmí zasahovat do průjezdného prostoru vjezdu
- otočné břevno se musí při otvírání zabezpečeného prostoru pohybovat ve směru jízdy vozidel
- břevno závory má mít lehkou konstrukci, ale musí odolat působení větru o tlaku $0,42 \text{ kN/m}^2$
- doba sklápění, nebo zvednutí břevna musí být nejvýše 7s
- musí být zajištěna bezpečnost kolemjdoucích chodců, celé zařízení musí být bez ostrých hran a rohů, hrany vyčnívajících částí mají být zaobleny poloměrem min 3,5 mm
- v případě přerušení dodávky elektrického proudu musí být možnost břevno automatické závory mechanicky zvednout

[1]

3) Faktory ovlivňující výběr parkovacích závor

Dnes je na trhu mnoho výrobců, kteří vyrábějí závory s různými systémy zvedání břevna. Zájemce o závoru však nebude až tak zajímat konstrukční řešení závory jako spíš následující faktory:

a) Cena

O tomto faktoru není snad nutné dlouze se rozepisovat, patří to k nákupu každé věci a je na kupujícím, zda dá přednost kvalitě a účelnosti, nebo nakoupí levněji.

b) Spolehlivost

Každý zájemce by měl zvážit, zda bude používat závoru několikrát za minutu, nebo bude sloužit k zapomenutému zadnímu vjezdu do firmy a tudíž nebude až tak používána. Další problém bude určitě podnebí a povětrnostní podmínky. Některé systémy asi nebudou správně fungovat za mrazu a některým součástem na druhou stranu může vadit dlouho trvající vysoká teplota, nebo třeba vlhkost.

c) Rychlost zvedání/spouštění

Z TP 142 vyplývá, že se závora může otvírat, nebo zavírat maximálně 7 sekund. Výrobci toto pravidlo s přehledem dodržují a podle délky ramene a technického provedení se časy otevření pohybují od 1 s do 6 s. Do tohoto faktoru bych také zařadil počet cyklů, jaké je schopno zařízení vykonat za určité časové období. [1]

d) Bezpečnost systému

Opět z TP 142 vyplývá, že závora nesmí obsahovat ostré hrany. Výrobce se tedy musí snažit dodržet $R = 3,5 \text{ mm}$. To je ovšem už to poslední co pasivně sníží následky střetu. To co je asi důležitější, to jsou aktivní bezpečnostní součásti systému, jako například fotobuňky, semaforey, dozor obsluhy apod. [1]

e) Velikost

Zájemce při výběru bude zajímat jednak velikost ramene, tak aby závora co nejvíce zabránila vjezdu nežádoucím vozidlům. Na druhou stranu jej také bude zajímat, zda se mu závora vejde například do vjezdu, nebo sloupek nebude moc vadit na přilehlém místě. Případně jestli celý systém nebude mít moc velkou hmotnost. Výrobci dnes jsou schopni vyrábět ramena řekněme od 2,5m ,až v extrémech i do 10 metrů.

f) Náklady na provoz

Náklady určitě přímo souvisejí s velikostí systému a konstrukčním řešením. Do těchto nákladů bych také zahrnul náklady spojené s údržbou nebo opravou těchto strojů. Protože náklady na provoz nebudou až tak velké, proto si myslím, že se kupující nebude až tak tímto faktorem zabývat. Výhodou ovšem pro mě budou náklady na provoz pro pneumaticky ovládanou závoru, která bude napojená na centrální rozvod stlačeného vzduchu ve firmě.

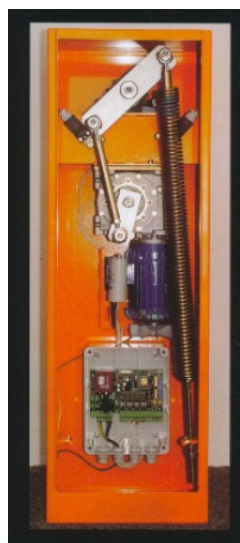
g) Možnost ovládání

- ručně (manuálně), dnes už asi jen závory v lese, nebo hodně málo používané závory
- s ruční obsluhou – obsluha mačká tlačítko, které zvedne, nebo spustí závoru
- osobně – na sloupku bude tlačítko, případně i na klíč, které před vjezdem zmáčkne, závora se pak po čase spustí sama, nebo jí zase musíme spustit
- elektronicky – dnes nejvíce používané. Závora se automaticky otevře po přiložení karty, zaplacení peněz atd.
- dálkově – mobilním telefonem, nebo dálkovým ovládáním

4) Existující technické řešení parkovacích závor

a) Elektromechanické

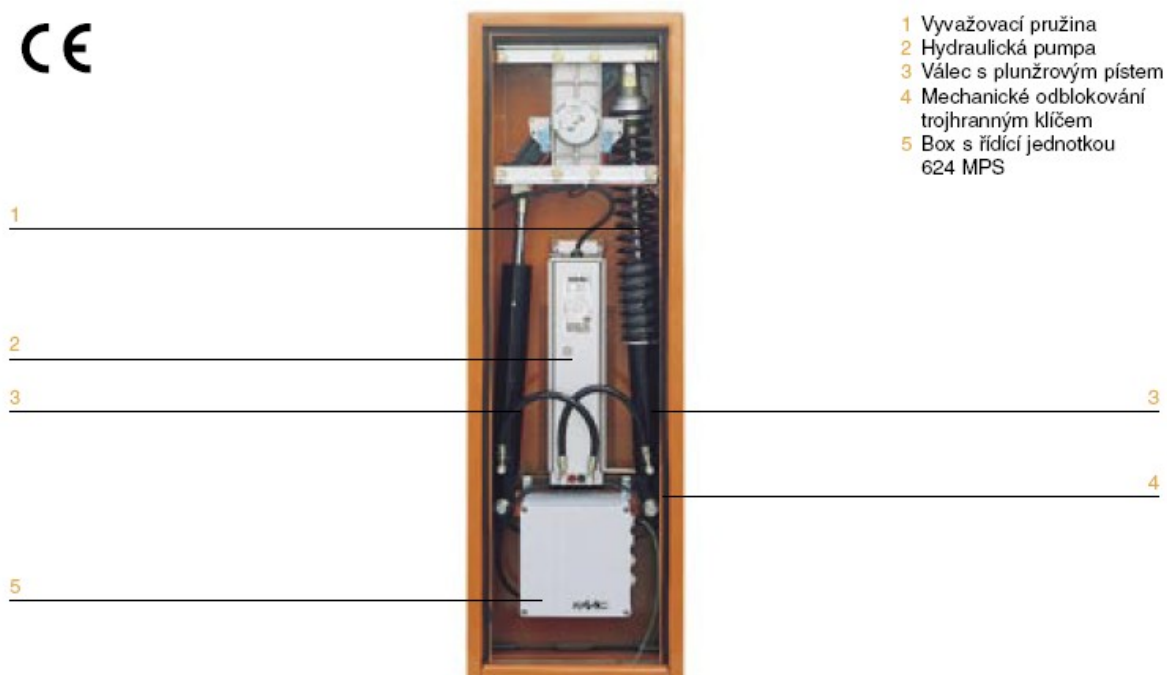
Toto zařízení obsahuje elektromotor a převodovku. Na hřídeli elektromotoru, který je napájen 230V je šneková převodovka. Elektromotor je přímo upevněn na převodové skříni, ve které je velké ozubené kolo s vnějším ozubením s velkým počtem zubů. Velká rychlost otáčení elektromotoru a nízký krouticí moment je tedy převeden na vysoký krouticí moment a nižší otáčky. Na obrázku 4 je znázorněn tento systém od firmy GreenPro Barrier. Tento systém převádí mechanickou energii na rameno pomocí táhel. Těchto táhel lze s výhodou využít, neboť pokud bude mít táhlo menší osovou vzdálenost na ose převodovky, než na ose břevna, potom převodovka může udělat kyv o více stupňů, než-li rameno, které dělá ve většině případů 90°. Takto můžeme snížit krouticí moment. Navíc je v tomto systému s výhodou použita vyvažovací pružina, která pomáhá elektromotoru při zvedání ramene. Pokud by tato pružina byla předepjata tak, že by sama zvedla rameno, mohla by být použita při nouzovém režimu a elektromotor by sloužil pouze k napomáhání při zvedání a hlavně ke spouštění břevna. Zde by ale muselo být zajištění, které by při spuštění zajistilo rameno ve spodní pozici a uvolnilo tak tlak na převodovku. Další možnost, která existuje je, že šneková převodovka je hnaná elektromotorem přes řemeny. Setkal jsem se také se závorou firmy BGV, která pro zvedání využívá krouticího momentu motoru, přes zřejmě obyčejnou převodovku do pomala a při zvedání napomáhá motoru pružina napínána řetězem, který je na ose ramena společně se spínači koncových poloh. [2][3][4]



Obrázek 4-Elektromechanická závora [2]

b) Hydraulické

Všechny systémy hydraulických parkovacích závor pracují na jednoduchém principu. Tento princip spočívá v zabudovaném hydraulickém systému, tedy pumpě a hydraulickém válci. Těmto systémům se věnuje hlavně firma FAAC. Ve své nabídce mají hned 2 typy těchto systémů. První z nich obsahuje samozřejmě hydraulický systém, tedy hydrogenerátor poháněný 1-fázovým obousměrným elektromotorem a jeden hydraulický válec svorníkové konstrukce. Tento válec otáčí s malým ramenem, které je přímo na hřídeli břevna. Na druhé straně ramena, které ovládá píst je napínací pružina. Samozřejmostí je také mechanické odblokování a box s řídicí elektronikou. Mnou zkoumaný systém pro ramena do 5 metrů, měl tlačnou sílu až 400Nm. Další systém, který firma FAAC nabízí je systém, který využívá 2 válců s plunžrovými písty a na jednom z nich je přímo nasunutá pružina. Jako předchozí systém na hřídel břevna je krouťící moment převeden pomocí ramene, jako je to na obrázku 5. V případě velkých veder a častého používání, některé z těchto systémů obsahují také nucené chlazení vzduchem. [5]



Obrázek 5 - Hydraulicky ovládaná závora [5]

c) Systém Magnetic

Tento systém tvoří kombinace patentovaných elektromotorů firmy Magnetic s planetovou nesamosvornou převodovkou společně se sinusovým pákovým systémem. Sinusový pákový systém zabezpečuje zablokování ramene závory v obou krajních polohách. Nesamosvorná převodovka umožňuje při výpadku proudu bez velké námahy závorové břevno zvednout. Srdcem závory je blokovatelný TORQUE motor, který nepotřebuje zvláštní údržbu, kluznou spojku ani koncové spínače. V koncových polohách zůstává pod sníženým napětím a tudíž se systém udržuje pod stabilní teplotou. [6]



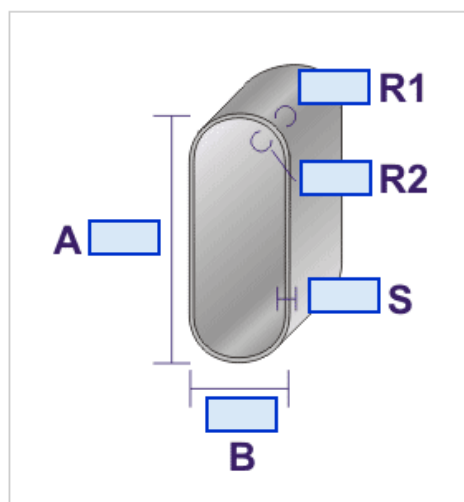
Obrázek 6 - Závora Magnetic [6]

5) Pneumaticky ovládaná závora pro vjezd na parkoviště

V mé bakalářské práci jsem se zabýval navrhováním pneumaticky ovládané závory pro vjezd na parkoviště. Ovládání této závory by mělo být ruční z vrátnice a jako zdroj stlačeného vzduchu by měl sloužit centrální rozvod. Používal jsem pouze pneumatické prvky a možnost do obvodu zařadit elektro-pneumatiku jsem neuvažoval. Postupoval jsem tak, že jsem si nejdříve zvolil správně dimenzované rameno, poté pohon ramene a nakonec vhodně ostatní součásti pneumatického systému v závoře. Zabýval jsem se také nástinem dalších možností závory.

a) Rameno závory

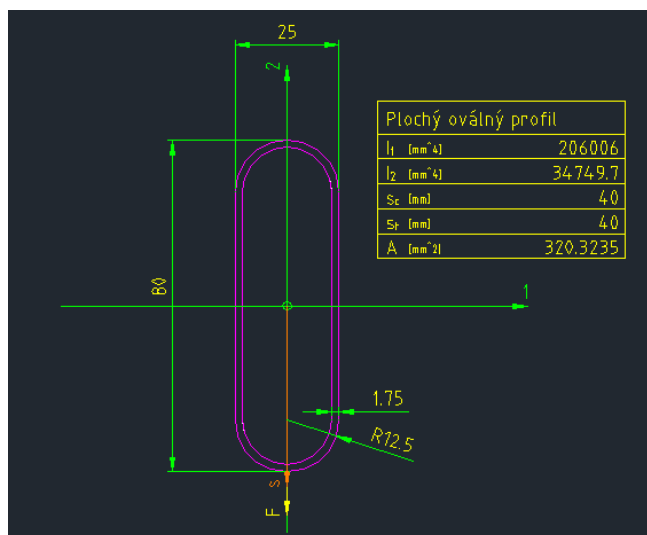
Jako materiál pro rameno závory jsem zvolil hliník, nebo jeho slitiny. Délka ramene je 3 m, tak aby mohla zakrývat pruh vjezdu 2,5 m. Na internetu jsem si z katalogů výrobců mohl vybrat hned z několika profilů průřezu. Z hlediska pevnosti se mi jevil jako nejlepší profil obdélníkového průřezu. Podle TP 142 musí mít pohledovou šířku minimálně 80 mm, vybíral jsem tedy profil s minimálně takovouto šířkou. Chtěl jsem vybrat profil s tloušťkou stěny okolo 2 mm a vnějšími rozměry 80 mm x 30 mm až 40 mm. Hledal jsem u řady výrobců a nechtěl bych si nechat dělat svůj profil na zakázku z ekonomických důvodů. Narazil jsem na problém, protože žádný z výrobců nedisponuje takovým profilem, aby splňoval další podmínku TP 142, která předepisuje zaoblení hran na 3,5 mm kvůli bezpečnosti. Musel jsem tedy vybrat profil 80 mm x 40 mm s tloušťkou stěny 4 mm. Tento profil výborně splňoval nároky na pevnost jak při foukání větru, tak pro možné namrznutí vody na povrchu ramena. Toto vše jsem spočítal. Bohužel kvůli jeho váze 2,36 kg/m by musel být krouticí moment včetně různých vlivů přes 130 N.m a to pro pneumatický pohon, který jsem měl v úmyslu použít, bylo až příliš moc. Proto jsem hledal profil dále a našel jsem katalog firmy BLECHA, který nabízel zajímavý profil pro mé použití (obrázek 7) s rozměry v tabulce 1. [1][7]



Obrázek 7 - Oválný plochý profil [7]
Tabulka 1 - Rozměry plochého oválného profilu

A	B	S	R1	R2	kg/m
80	25	1.75	12.5	10.75	0,86

Tento profil je vyroben z materiálu AlMgSi 0,5 F22. V další fázi jsem si musel spočítat, zda se rameno u hřídele po zatížení například vodou, nebo ledem neprolomí a zda splňuje další podmínku TP 142, která ukládá, že břevno závory musí odolat působení větru o tlaku $0,42 \text{ kN/m}^2$. Do programu AutoCAD jsem si překreslil zvolený profil a pomocí funkce aminertia jsem si nechal vypočítat kvadratické momenty mého průřezu.



Obrázek 8- Kvadratické momenty v AutoCADu

Výpočet vertikálního zatížení břevna:

a) Průřezový modul v ohybu

$$W_0 = \frac{I_x}{y}$$

W_0 ... průřezový modul v ohybu

I_x ... kvadratický moment zjištěný z AutoCADu

y ... nejvzdálenější spodní okraj

$$I_x = 206006 \text{ mm}^4 = 206006 \cdot 10^{-12} \text{ m}^4$$

$$y = 0,04 \text{ m}$$

$$W_0 = \frac{206006 \cdot 10^{-12}}{0,04} = 5,15 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$$

Váha břevna:

$$m_b = l \cdot m$$

m_b ... váha břevna

l ... délka břevna

m ... délka jednoho metru hliníkového profilu

$$l = 3 \text{ m}$$

$$m = 0,86 \text{ kg}$$

$$m_b = 3 \cdot 0,86 = 2,58 \text{ kg}$$

b) Váha vody (ledu) na břevnu

Počítal jsem, že horní a boční povrch bude pokrývat 3 mm vody o hustotě $1000 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$.

Plocha vodou pokrytá:

$$S = (\pi \cdot d + A - d) \cdot l$$

S ... horní a boční povrch břevna bez spodního radiusu

d ... průměr zaoblení břevna

A ... výška břevna

$$d = 25 \text{ mm} = 0,025 \text{ m}$$

$$A = 80 \text{ mm} = 0,08 \text{ m}$$

$$S = (\pi \cdot 0,025 + 0,08 - 0,025) \cdot 3 = 0,40062 \text{ m}^2$$

Objem vody na břevnu

$$V = S \cdot v$$

V... objem vody na břevnu

v... výška vody na povrchu

$$v = 3 \text{ mm} = 0,003 \text{ m}$$

$$V = 0,40062 \cdot 0,003 = 0,001202 \text{ m}^3$$

Hmotnost vody

$$m_v = V \cdot \rho$$

m_v ... hmotnost vody na břevnu

ρ ... hustota vody

$$\rho = 1000 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$$

$$m_v = 0,001202 \cdot 1000 = 1,2 \text{ kg}$$

Ohybový moment břevna

Ohybová síla

$$F = (m_b + m_v) \cdot g$$

g ... gravitační zrychlení

$$g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

$$F = (2,58 + 1,2) \cdot 9,81 = 37,08018 \text{ N}$$

Ohybový moment břevna

$$M_{omax} = \frac{F \cdot l}{2} = \frac{37,08018 \cdot 3}{2} = 55,62 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Tento moment jsem také později využíval při dimenzování pohonu.

c) Kontrola zatížení

σ_{do} ... dovolené napětí pro ohyb

Z tabulek vyplývá σ_{do} = 50 až 70 MPa. Tato hodnota odpovídá dovolenému napětí pro míjivě zatížené slitiny hliníku v ohybu.

$$\sigma_{do} = \frac{M_{omax}}{W_o} = \frac{55,62}{5,15 \cdot 10^{-6}} = 10800000 \text{ Pa} = 10,8 \text{ MPa}$$

Zatížení ramene vyhovuje dovolenému napětí materiálu.

d) Průhyb ramene

$$y_B = \frac{F \cdot l^3}{8 \cdot E \cdot I_x}$$

y_B ... velikost prohnutí na konci ramene

E ... modul pružnosti v tahu (pro hliník)

$$E = 0,6 \cdot 10^{11} \text{ Pa}$$

$$y_B = \frac{37,08018 \cdot 3^3}{8 \cdot 0,6 \cdot 10^{11} \cdot 206006 \cdot 10^{-12}} = 0,0101 \text{ m} = 10,1 \text{ mm}$$

Rameno se při největší zátěži prohne o 10,1 mm.

Výpočet horizontálního zatížení břevna:

a) Průřezový modul v ohybu

$$W_0 = \frac{I_y}{x}$$

W_0 ... průřezový modul v ohybu

I_y ... kvadratický moment

x ... nejvzdálenější boční okraj

$$I_x = 34749,7 \text{ mm}^4 = 34749,7 \cdot 10^{-12} \text{ m}^4$$

$$y = 0,0125 \text{ m}$$

$$W_0 = \frac{34749,7 \cdot 10^{-12}}{0,0125} = 2,779 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$$

b) Zatížení větrem

Boční plocha břevna

$$S_B = A \cdot l = 0,08 \cdot 3 = 0,24 \text{ m}^2$$

Ohybová síla

$$F = S_B \cdot G$$

p_v ... tlak působení větru dle TP 142

$$p_v = 0,42 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-2} = 420 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2}$$

$$F = 0,24 \cdot 420 = 100,8 \text{ N}$$

c) Ohybový moment při zatížení větrem

$$M_{ov} = \frac{F \cdot l}{2} = \frac{100,8 \cdot 3}{2} = 151,2 \text{ N} \cdot \text{m}$$

d) Kontrola zatížení

σ_{do} ... dovolené napětí pro ohyb

Z tabulek jsem vybral $\sigma_{do} = 50$ až 70 MPa. Tato hodnota odpovídá dovolenému napětí pro míjivě zatížené slitiny hliníku v ohybu.

$$\sigma_{do} = \frac{M_{ov}}{W_o} = \frac{151,2}{2,779 \cdot 10^{-6}} = 54408060,45 Pa = 54,41 MPa$$

Zatížení ramene za větru vyhovuje dovolenému napětí materiálu.

e) Průhyb ramene

$$x_B = \frac{F \cdot l^3}{8 \cdot E \cdot I_y}$$

x_B ... velikost prohnutí na konci ramene

E ... modul pružnosti v tahu (pro hliník)

$$E = 0,6 \cdot 10^{11} \text{ Pa}$$

$$x_B = \frac{100,8 \cdot 3^3}{8 \cdot 0,6 \cdot 10^{11} \cdot 34749,7 \cdot 10^{-12}} = 0,1632 \text{ m} = 163,2 \text{ mm}$$

Rameno se při největší zátěži větru prohne o 163,2 mm.

Velikost prohnutí je docela velké, a proto bych doporučil na druhé straně ramene umístit podpěrný sloupek, tak aby nedocházelo k rozkmitání při zavřené poloze a náběhy aby šla závora zavřít. [1][8]

b) Volba pneumomotoru

Při procházení řady materiálů, které jsem měl ohledně technického řešení zvedání ramene závory, jsem nikde, kromě systému magnetic, nenarazil na zdroj krouticího momentu, který by byl umístěn přímo na hřídeli břevna. Proto jsem se rozhodl tuto možnost vymyslet. Nebudu tedy využívat pneumatické válce jako je tomu u hydraulických systémů, ani nevyužiji rotačního pneumomotoru jako u systému elektromechanických. Zaměřil jsem se tedy na využití pneumomotrů s kyvným pohybem.

Kyvné pneumomotory se dnes v aplikacích objevují ve dvou konstrukčních provedeních. Jedním z těchto provedení je lamelový, buď jednočinný, nebo dvojčinný. Druhým provedením jsou pak pístové kyvné pneumomotory, které mohou mít vnitřní, nebo vnější ozubení. Já jsem si pro svou aplikaci zvolil lamelový dvojčinný pneumomotor s kyvným pohybem a to pro jeho jednoduchou konstrukci a přímý přenos krouticího momentu na výstupní hřídel. [9][10][11]

Pro výběr velikosti pneumomotoru jsem vybral maximální ohybový moment, který jsem vypočítal u dimenzování ramene. Tento moment počítá také s namrzlou vodou, případně s vodou za deště. Já jsem tento moment dále zvýšil o účinnost valivého ložiska, do kterého bych chtěl uložit hřídel ramene.

$$M_{omax} = 55,62 \text{ N} \cdot \text{m}$$

η_l ... účinnost ložiska

$$\eta_l = 98\%$$

$$M_{PM} = M_{omax} \cdot \frac{1}{\eta_l} = 55,62 \cdot \frac{1}{0,98} = 56,75 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Z katalogu firmy SMC jsem vybral kyvný lamelový dvojčinný pneumomotor se dvěma křídly CRB1BS100-90D-XF (obrázek 9), jehož specifikace jsou uvedeny v tabulce 2 a velikost krouticího momentu na obrázku 10.[11]

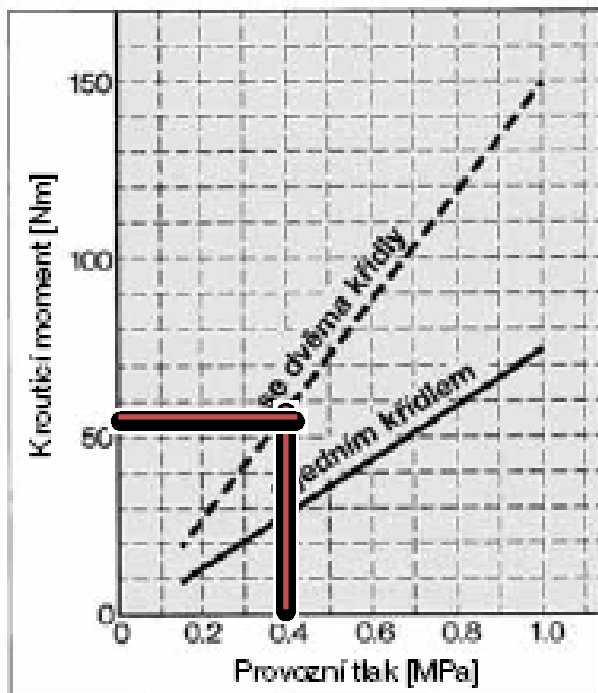
Tabulka 2 - Specifikace pneumomotoru[11]

Výrobce:	SMC
Typ:	CRB1BS100-90D-XF
Úhel kyvu	90°C
Max. provozní tlak	1 MPa
Závít přívodu vzduchu	G 1/4
Maximální kinetická e.	0,811 J
Objem prac. Prostoru	272 cm ³



Obrázek 9 - Kyvný pneumomotor

CRB1BW100



Obrázek 10 - Kroučící moment pneumomotoru[11]

Výpočet, zda je nutné tlumení:

Úhel natočení:

$$\varphi = 90^\circ = \frac{90 \cdot \pi}{180} = 1,57 \text{ rad}$$

Úhlová rychlost:

Volím rychlost zvednutí ramene 5s.

$$\omega = \frac{\varphi}{t} = \frac{1,57}{5} = 0,314 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}$$

Hmotnostní moment setrvačnosti:

$$I = m \cdot r^2 = (m_B + m_V) \cdot \frac{l}{2} = (2,58 + 1,2) \cdot 1,5^2 = 8,505 \text{ kgm}^2$$

Kinetická energie:

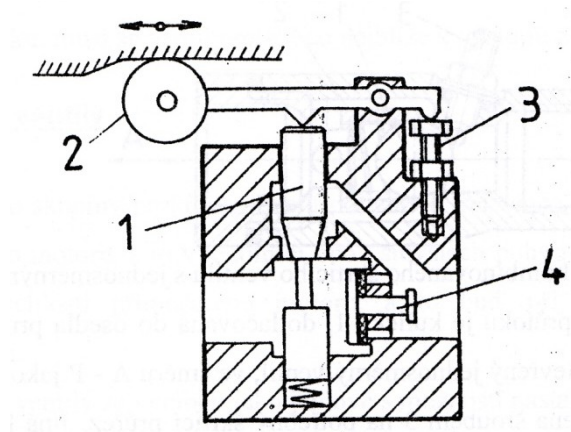
$$E_k = \frac{1}{2} \cdot I \cdot \omega^2 = \frac{1}{2} \cdot 8,505 \cdot 0,314^2 = 0,4193 \text{ J}$$

Pro daný pneumomotor vypočtená kinetická energie nepřesahuje maximální dovolenou, proto není nutné přidavné tlumení. Kvůli bezpečnosti, a kvůli rozkmitání břevna a pro možnost rychlejšího spouštění, či zvedání, jsem se rozhodl přidavné tlumení do systému zařadit. Tlumení bude také nutno zařadit, neboť jsem do výpočtu nezahrnul hřídel, ložiska a uložení břevna.[9][10][11]

c) Volba tlumení

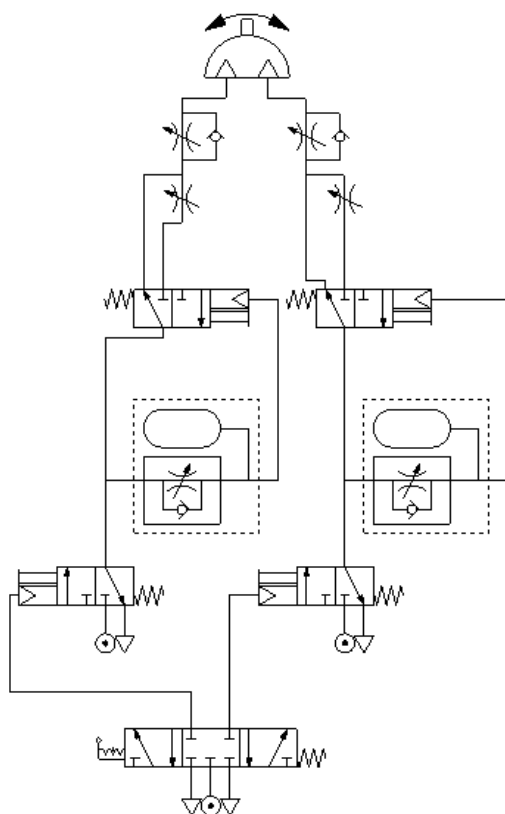
Pro tlumení v koncových polohách existuje řada řešení. Jednou z možností by byly tlumiče (např. hydraulické YSR-C, které nabízí firma FESTO přímo pro kyvné pohony). Protože jsem měl za úkol vymyslet pneumaticky ovládanou závoru, mohl bych zvolit tlumení v koncových polohách pomocí škrcení. Škrcení bych mohl realizovat pomocí například vačky na hřídeli, která by spínala spínače, které by přestavěly rozvaděč, jehož výstupy by oba vedly do pneumomotoru, ale na jednom by byl škrtící ventil. Tato možnost, mi ovšem nepřipadala vhodná, protože by bylo nutné správně vyrobit vačku a navíc by bylo nutné vyrábět uchycení pro tyto pneumatické prvky. [12]

Ideální by v tomto případě také bylo použití mechanicky přestavovaného škrtícího ventilu (obrázek 11), což by snížilo počet použitých rozvaděčů. Tento prvek jsem však kromě studijní literatury nikde nenašel, ani v katalogích různých výrobců. Zřejmě jej vytlačily proporcionální ventily s elektrickými čidly a přímočaré motory s vlastním vestavěným tlumením v koncových polohách.[13]



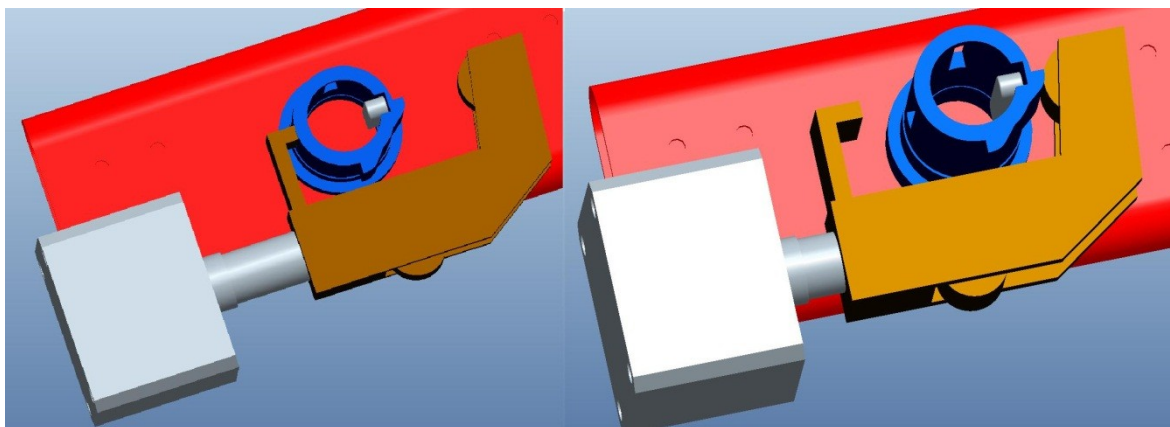
Obrázek 11 - Kombinovaný škrtící a jednosměrný ventil s mechanickým ovládáním kladičkou [13]

Další možností by bylo použití časových relé, které by po nějaké době zdvihu přestavěly rozvaděč, který by výstupní tlak na pneumomotor pustil přes škrtící ventil. Tato možnost mi připadala z hlediska výroby rámu, držáků a podobných věcí nejpříjemnější. Bylo by však zase zapotřebí mnoho pneumatických prvků, což by v neposlední řadě prodražilo výsledný výrobek. Protože mi opravdu tato možnost připadala z hlediska výroby nejjednodušší, rozhodl jsem se alespoň zhruba nastínit, jak by tento obvod mohl vypadat a to v obrázku 12. Takovýto obvod ovšem nebude škrtit kyvný motor při rozběhu a to do obou stran. Zároveň bych tímto obvodem nedocílil bez přídavku další prvku jakéhokoli zajištění ať už v horní, nebo spodní poloze ramene.

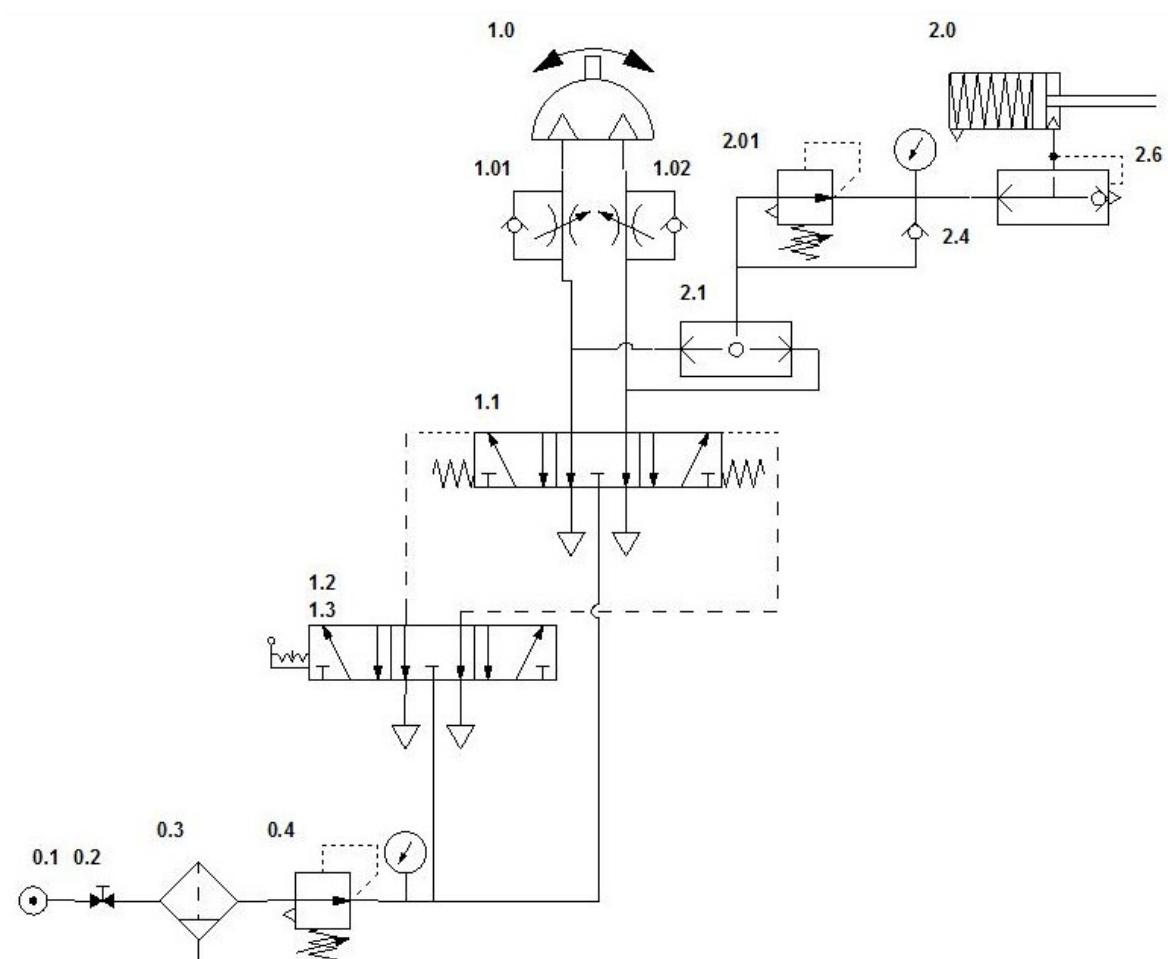


Obrázek 12 - Náčrt pneu. obvodu s časovými relé

Z bezpečnostních důvodů budu tedy volit mechanické zajištění polohy hřídele ramene a s výhodou využiji toto zajištění jako tlumení v krajních polohách. Jako mechanické zajištění použiji jednočinný přímočarý pneumomotor s pružinou pod pístem (2.0). Tento mi pokaždé při úniku vzduchu, nebo při snížení tlaku zajistí hřídel ramene proti pootočení. Zároveň na konci pístnice bude váleček, který bude jezdit na vačce hřídele a v případě, kdy bude vačka v nejvyšší poloze, bude zajišťovací pneumomotor klást největší odpor a zpomalí tím kyvný pohyb celého ramene. Síla odporu zajišťovacího pístu bude ovládaná redukčním ventilem (2.01) a pro rychlé zajištění bude co nejrychlejší roztážení pružiny zajištěno rychloodvětrávacím ventilem (2.6). Svým způsobem bude tento systém fungovat jako plynový tlumič. Zjednodušený náčrt principu systému je na obrázku 13 a obvod pro použití mého principu je na obrázku 14. Popis funkce obvodu je pak v kapitole číslo 6) Technický popis a pokyny pro provoz. Výkres obvodu a specifikace prvků je v příloze A – Výkres obvodového schématu: HYD-KUB-01. [10][11][12][13]



Obrázek 13 - Náčrt principu tlumení a zajištění



Obrázek 14 – Schéma obvodu

d) Volba potrubí

Geometrický objem pneumomotoru je $0,272 \text{ dm}^3$ a doba jednoho cyklu je 5 s.

Průtok tedy bude:

$$Q = \frac{V}{t} = \frac{0,272}{\frac{5}{60}} = 3,264 \text{ dm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$$

Normálový průtok při tlaku v pneumomotoru 4 bar (teplota 20°C):

$$Q_n = \frac{p \cdot Q}{p_n} = \frac{(4 + 1) \cdot 3,264}{1} = 16,32 \text{ dm}^3 \cdot \text{min}^{-1} = 272 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

Výpočet minimálního průměru potrubí:

Dle tabulky ve skriptech [9] a [13] jsem zvolil rychlost proudění $v=20 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

$$d = 1,13 \sqrt{\frac{Q_n}{v}} = 1,13 \sqrt{\frac{272 \cdot 10^{-6}}{20}} = 0,00417 \text{ m} = 4,17 \text{ mm}$$

Dle katalogu firmy SMC jsem zvolil Polyuretanovou hadici TU0805 s vnějším průměrem 8 mm a vnitřním 5 mm. [9][10][11]

Tabulka 3- Specifikace hadice

Výrobce:	SMC
Typ:	TU0805
Vnější průměr	8 mm
Vnitřní průměr	5 mm
Provozní tlak	0,8 MPa



Obrázek 15- Hadice [11]

e) Volba škrťacích ventilů

Dle katalogu firmy SMS jsem zvolil škrťací ventily AS231F-02-08S, které lze našroubovat na závit pneumomotoru a lze je připojit na hadici průměru 8mm. Tyto škrťací ventily mají paralelně zapojený jednosměrný ventil. Budou škrťat na vstupu.. [11]

Tabulka 4 - Škrťací ventily

Výrobce:	SMC
Typ:	AS231F-02-08S
Průtok	460 l/min
Závit	R1/4
Hadice	8 mm



Obrázek 16 - Škrťací ventily [11]

f) Rozvaděče

Pro základní ovládání kyvného pneumomotoru (1.1) by mohl sloužit vzduchem ovládaný rozvaděč 5/3 se střední polohou odvzdušněnou. Další rozvaděč (1.2, 1.3) 5/3, tentokrát mechanicky ovládaný točítkem bude u obsluhy závory. Tento rozvaděč bude taktéž kvůli navrácení pneumaticky ovládaného ventilu ve střední poloze odvzdušněný. [11]

Tabulka 5 - Pneumaticky ovládaný rozvaděč

Výrobce:	SMC
Typ:	SYA5420-C8
Průtok	402,4 l/min
Hadice	8 mm
Pilotní závit	M5x0,8 mm
Přívod tlaku, výfuky	G 1/8
Pracovní tlak	0,7 MPa
Pilotní tlak	0,2-0,7 Mpa



Obrázek 17 - Pneumaticky ovládaný rozvaděč [11]

Tabulka 6- Rozvaděč obsluhy

Výrobce:	SMC
Typ:	EVM151-F01-35B
Provozní tlak	1 MPa
Průtok	138 l/min
Závit	G 1/8



Obrázek 18 - Rozvaděč obsluhy [11]

Protože pneumaticky ovládaný rozvaděč disponuje závitem pro pilotní vstupy M5x0,8mm, musím použít pro jeho ovládání hadici o průměru 6mm. Zvolil jsem tedy opět polyuretanovou hadici a to SMC TU0604.

Tabulka 7 - Hadice pro ovládání rozvaděče

Výrobce:	SMC
Typ:	TU0604
Vnější průměr	6 mm
Vnitřní průměr	4 mm
Provozní tlak	0,8 MPa

g) Volba prvků pro zajištění a tlumení

Regulátor tlaku 2.01:

Pro regulování tlaku v pístu tlumení a zajištění, jsem se rozhodl použít obyčejný regulační ventil, který nabízí firma Uni-max. [14]

Tabulka 8 - Regulační ventil

Prodejce:	www.uni-max.cz
Typ:	AR902
Připojovací závit	1/4"
Průtok	500-600 l/min
Stupnice	0-1 Mpa



Obrázek 19 - Regulační ventil [14]

Logický prvek OR 2.1:

Zvolil jsem jednoduchý plastový logický prvek OR (nebo), na který lze nasadit hadice průměru 8mm. [11]

Tabulka 9 - Logický prvek OR

Výrobce:	SMC
Typ:	VR1220F-08
Průměr hadice	8 mm
Průtok	680 l/min



Obrázek 20 - Logický prvek OR [11]

Jednosměrný ventil 2.4:

dle průměru hadic s uvažáním průtoku jsem zvolil jednosměrný ventil AKH08-00 firmy SMC. [11]

Tabulka 10 - Jednosměrný ventil

Výrobce:	SMC
Typ:	AKH08-00
Průměr hadice	8 mm
Průtok	763 l/min



Obrázek 21- jednosměrný ventil [11]

Rychloodvzdušňovací ventil 2.6:

Zvolil jsem rychloodvzdušňovací ventil s poměrným průřezem vstup-výstup a výstup-odvzdušnění 20mm². [11]

Tabulka 11 - Rychloodvzdušňovací ventil

Výrobce:	SMC
Typ:	EAQ2000-F01
Závit	G1/8



Obrázek 22 - Rychloodvzdušňovací ventil [11]

Přímočarý pneumomotor 2.0:

Dle zvolené konstrukce jsem zvolil jednočinný kompaktní válec, s pístnicí pružinou vysunutou. Variantu s pístnicí pružinou vysunutou jsem zvolil proto, aby v případě, že by se pístnice silou pružiny vracela moc pomalu, případně by síla pružiny nestačila, mohl bych systém dovybavit další pružinou kolem pístnice pod mechanismus zajištění a tlumení a tím bych získal další sílu. [11]

Tabulka 12 - Přímočarý pneumomotor

Výrobce:	SMC
Typ:	ECQ2B50-20T
Šroubení	G1/4
Zdvih	20 mm
Průměr pístu	50 mm



Obrázek 23 - Přímočarý pneumomotor [11]

h) Volba nástrčného šroubení

Protože pneumatický obvod pro zvedání a spouštění ramena parkovací závory má řadu různých prvků, každý z těchto prvků disponuje také různým druhem šroubení. Já jsem narazil na katalog firmy PS-Pneu, ve kterém je možno si vybrat z široké řady nástrčných šroubení, pro různé druhy závitů a hadic. Tyto šroubení se vyrábějí také v různých tvarech zahnutí, případně i s možností točení. Materiál je kov. Já jsem pro svou aplikaci vybral 4 rozměrové typy. [15]

Tabulka 13 - Nástrčné šroubení

Výrobce:	PS-Pneu		
Typ 1:	BU 50020 M56	Typ 3:	BU 50020 G188
Závit	M5	Závit	1/8
Hadice	6 mm	Hadice	8 mm
Typ 2:	BU 50020 G186	Typ 4:	BU 50020 G148
Závit	1/8	Závit	1/4
Hadice	6 mm	Hadice	8 mm

i) Regulátor tlaku na vstupu do obvodu (0.3 a 0.4)

Podle průtoku jsem zvolil regulátor tlaku. Vybíral jsem regulátor AWG20-F01G1H. Součástí tohoto regulátoru je i filtr s manuálním odlučovačem kondenzátu a manometr. Rozsah regulovaných tlaků je 0,05-0,85 MPa, což bude stačit. Na regulátor lze také našroubovat vybrané nástrčné šroubení. Není třeba počítat počáteční nastavení regulátoru. Doporučil bych začít nastavovat od menších hodnot např. 2 bar, pak vyzkoušet celý systém a odladěním všech škrtících ventilů a regulátorů určit výsledný regulovaný tlak. Záležit bude také na zvolené rychlosti spouštění, či zvedání. Pneumomotor byl dimenzován na rychlost spouštění, či zvedání 5s při 4bar bez tlumení. S tlumením může být tlak i vyšší, nesmí však přesáhnout 7 bar, což je nejvyšší možný maximální provozní tlak vybraných prvků. Mazání není vyžadováno u žádného z prvků.[11]

Tabulka 14 - Regulátor s filtrem

Výrobce:	SMC
Typ:	AWG20-F01G1H
Závit	1/8
Průtok	500 l/min
Rozsah regulace	0,05-0,85 Mpa



Obrázek 24 - Regulátor s filtrem [11]

j) Kulový ventil 0.2

Kulový kohout bude v obvodu závory sloužit v případě, kdy bude docházet k úniku stlačeného vzduchu, nebo bude potřeba vyměnit vložku filtru, případně jinou další součást. Vybral jsem jednoduchý kulový ventil plnicí funkci 2/2 ventilu firmy BoschRexroth. [17]

Tabulka 15 - Kulový ventil

Výrobce:	BoschRexroth
Typ:	SC01
Max. tlak	16 bar
Přípoj	1/8



Obrázek 25 – Kulový ventil [17]

k) Další možnosti dovybavení obvodu

Tento obvod vychází z čistě pneumatických prvků a možností. Ideální by pro tento systém bylo zvolení elektro-pneumatických prvků a to pro jak ovládání, tak i bezpečnostní prvky jako semafor, nebo různá optická čidla. Dále můj obvod vychází z předpokladu, že je možné se napojit na centrální rozvod stlačeného vzduchu. Pokud by však tato možnost nebyla, dovolil jsem si vyhledat také jednoduchý kompresor bez vzdušníku. Jako vzdušník by totiž mohl sloužit rám těla mechanismu závory. Tento vzdušník, by zde mohl být i bez kompresoru a ve spojení s jednosměrným ventilem by mohl sloužit jako náhradní zdroj pro poslední zvednutí v případě problémů s dodávkou stlačeného vzduchu. [16]

Tabulka 16 - Kompresor

Výrobce:	Orlik COMPRESSORS
Typ:	AS 18
Konstrukce:	pístový
Max. přetlak	6 bar
Výstupní objem vzduchu	23 l/min



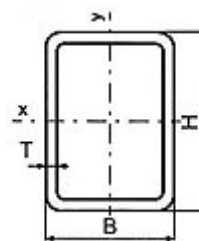
Obrázek 26 – Kompresor [16]

l) Rám sloupku

Pro rám sloupku jsem vybral profil firmy Feron, je to profil uzavřený svařovaný, černý s obdélníkovým průřezem dle normy EN 10219. V noze závory budou 2 tyto profily, ve kterých pak bude uložení břevna.

Tabulka 17 - Profil rámu

Výrobce:	Feron
B	20 mm
H	30 mm
T	2 mm
I_{xx}	1,94 cm ⁴
Materiál	11 375



Obrázek 27 - Profil rámu [18]

W_{oR} ... průřezový modul profilu v ohybu

I_{xx} ... kvadratický moment průřezu

y ... vzdálenost okraje

τ_{do} ... dovolené napětí v ohybu pro 2 profily

$$W_{oR} = \frac{I_{xx}}{y}$$

$$W_{oR} = \frac{1,94 \cdot 10^{-8}}{0,015} = 1,293 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$\sigma_{do} = \frac{M_{omax}}{2 \cdot W_{oR}} = \frac{55,62}{1,293 \cdot 10^{-6}} = 43016241,3 \text{ Pa} = 43 \text{ MPa}$$

Z tabulek jsem zjistil dovolené napětí pro daný materiál asi 100 MPa. Tento profil je tedy vhodný s bezpečností přibližně $k = 2$. [8] [18]

6) Technický popis a pokyny pro provoz

Pneumaticky ovládaná závora pro vjezd na parkoviště o šířce pruhu 2,5 se skládá ze dvou hlavních součástí. První ze součástí je červeno-bílé břevno, které ve své vodorovné poloze zakrývá celý pruh vjezdu. Druhá část závory je sloupek, který obsahuje pneumatický mechanismus pro zvedání břevna. Krouticí moment se z pneumatického pohonu na břevno převádí pomocí hřídele, která je uložena v ložisku. Na hřídel také působí zabezpečovací a tlumicí mechanismus, který je součástí mechanismu pneumatického. Základem pohonu závory je kyvný dvojčinný lamelový pneumomotor (1.0), jehož přívod vzduchu je škrcen z obou stran na vstupu škrtícími ventily s paralelně zapojeným jednosměrným ventilem (1.01 a 1.02). Pohyb kyvného pneumomotoru je řízen vzduchem ovládaným 5/3 rozvaděčem (1.1). Na větve pro oba směry pohybu je paralelně napojen zabezpečovací a tlumicí systém. Tento systém je v první řadě opatřen logickým prvkem OR (2.1), který zabezpečuje, aby systém správně fungoval pro oba směry pohybu kyvného pneumomotoru. Dále je do větve zařazen redukční ventil (2.01), kterým můžeme regulovat tlak v přímočarém jednočinném pneumomotoru (2.0) s pružinou pod pístem, který zabezpečuje zajištění a tlumení pomocí mechanismu na konci pístnice, který kopíruje drážky a vačku na hřídeli břevna. Regulováním tohoto tlaku získáme větší, nebo menší sílu tlumení. Pro rychlý návrat pístu do spodní polohy je použit rychloodvzdušňovací ventil (2.6), tak aby mechanismus na pístnici co nejdříve zajistil závoru v nastavené poloze drážky hřídele. Proto, aby se rychloodvzdušňovací ventil přestavil je v této větvi zařazen jednosměrný ventil (2.4). Pro ovládání 5/3 rozvaděče (1.1) slouží pneumatický 5/3 rozvaděč s točítkem (1.2, 1.3), který bude umístěn u obsluhy závory, případně i na závoře, pokud bude točítko opatřeno klíčem. Tento ventil je také napojen na tlakovou větev pneumatického mechanismu závory. Celý obvod je pak opatřen na vstupu redukčním ventilem (0.4) s filtrem a odlučovačem vlhkosti (0.3). Před tímto prvkem je kulový kohout (0.2), který slouží k zastavení přívodu tlakového vzduchu (0.1) do závory.

Při uvádění systému do provozu je nutné, aby systém zapojovala a odladňovala k tomu vyškolená osoba mající potřebné znalosti a zkušenosti. Po zapojení součástí systému je potřeba snížit všechny redukované tlaky a průtoky na redukčních ventilech a ventilech škrtících. Po zapojení systému na tlakový vzduch a otevření kulového kohoutu je možné postupným zvyšováním tlaků a průtoků systém odladit. Při tom je potřeba dbát na rychlost spouštění, či zvedání a na správné nastavení tlumení, maximální tlak v systému nesmí překročit 7 bar. Osoba, která systém seřizuje, musí brát také v úvahu fakt, že se rameno

bude spouštět a zvedat, proto musí dbát na bezpečnost jak svoji, tak i ostatních osob, zvířat a majetku.

Správně fungující pneumatickou závoru pro vjezd na parkoviště smí ovládat pouze k tomuto účelu řádně poučená osoba, která bude zodpovídat také za bezpečnost kolemjdoucích osob a projíždějících dopravních prostředků. Tato osoba i přes bezpečnostní prvky systému musí systém pravidelně kontrolovat a ověřovat jeho správnou funkčnost.

Údržba stroje obsahuje kontrolu všech spojů a unikajícího vzduchu. Vypuštění zkondenzované kapaliny z nádoby a občasné vyměnění vložky filtru. Toto provádíme pouze při uzavřeném kulovém ventilu. Zbylý tlak v systému vypustíme tím, že několikrát přestavíme ovládací ventil s točítkem. [10]

7) Závěr

Cílem mé bakalářské práce bylo navrhnout pneumatický pohon závory pro vjezd na parkoviště. Tento pohon měl být ovládán ručně z vrátnice. Vzhledem k tomu, že pro parkovací závory vydalo ministerstvo vnitra určité technické podmínky, musel jsem si je zjistit a dle nich se řídit. Při navrhování pneumatického mechanismu zvedání závory jsem měl možnost podívat se na již existující jiné typy ovládání závor a vymyslet tudíž nový typ ovládání. Využil jsem dvojčinného lamelového kyvného pneumomotoru s dvěma křídly a to na základě výpočtů pro dimenzování pohonu. Pro tlumení mechanismu v krajních polohách existuje taky řada řešení, já jsem si však dovolil vymyslet vlastní systém tlumení spojený zároveň se zajišťovacím mechanismem, který využívá jednočinného přímočarého pneumomotoru v kombinaci s vačkami a drážkami. Tento pneumomotor slouží jako plynový tlumič a jeho tlumicí síla je ovládána regulačním ventilem tlaku. Další pneumatické prvky jsem vhodně zvolil z katalogů některých výrobců, z nich nejvíce jsem využíval prvků firmy SMC pro vynikající přehlednost katalogu. Jak by systém mohl vypadat je zřetelné z obvodového schématu vytvořeném v programu Automation studio 5.0 a dispozičního výkresu. Má bakalářská práce obsahuje také stručný popis zvoleného řešení a pokyny pro provoz systému.

8) Seznam použité literatury:

- [1] Silniční vývoj, spol. s r.o. *TP 142 Parkovací zařízení regulační sloupky, parkovací zábrany, parkovací sloupky, parkovací závory, pollery* [online]. 615 00 Brno, Jílkova 76 : Silniční vývoj spol. s r.o., 2000 [cit. 2011-01-03]. Dostupné z WWW: <<http://www.pjpk.cz/TP%20142.pdf>>.
- [2] *Globetrade.cz* [online]. 2006 [cit. 2011-01-03]. KE STAŽENÍ. Dostupné z WWW: <<http://www.globetrade.cz/download/05%20-%20Parkovac%C3%AD%20z%C3%A1vory/Z%C3%81VORA%20GPB%20FM.pdf>>.
- [3] AUTOGARD spol. s r.o. *Návod k použití Automatické závory AG/500, AG900, AGM1* [online]. Dornych 47, 617 00 BRNO : AUTOGARD spol. s r.o., 2010 [cit. 2011-01-03]. Dostupné z WWW: <www.autogard.cz>.
- [4] *BGV 30-45-60 : Automatické závory* [online]. - : BFT, 1999 [cit. 2011-01-03]. Dostupné z WWW: <<http://www.mrize-vrata-brany.cz/zavory>>.
- [5] *Faaccz.cz* [online]. 2008 [cit. 2011-01-03]. Závory. Dostupné z WWW: <<http://www.faaccz.cz/zavory-r14.html>>.
- [6] *Profiparking.cz* [online]. 2006 [cit. 2011-01-03]. Produkty a služby. Dostupné z WWW: <<http://www.profiparking.cz/index.php?menu=21>>.
- [7] *Blecha.at* [online]. 2011 [cit. 2011-01-03]. Standardprofile. Dostupné z WWW: <<http://www.blecha.at/profile.php?pf=formo>>.
- [8] LEINVEBER, Jan; VÁVRA, Pavel. *Strojnické tabulky : Čtvrté doplněné vydání*. Úvaly : ALBRA, 2008. 914 s.
- [9] KOPÁČEK, Jaroslav; PAVLOK, Bohuslav. *Tekutinové mechanismy*. Ostrava : VŠB-TU Ostrava, 2009. 151 s. ISBN 978-80-248-0856-7.
- [10] KOPÁČEK, Jaroslav; ŽÁČEK, Miloslav. *Pneumatická zařízení strojů*. Ostrava : VŠB-TU Ostrava, 2008. 94 s. ISBN 978-80-248-0442-2.
- [11] SMC Industrial Automation CZ s.r.o. *SMC Best in Automation* [online]. Hudcova 78a, 61200 Brno : SMC Industrial Automation CZ s.r.o., 05/01 [cit. 2011-01-03]. Dostupné z WWW: <[smc.cz](http://www.smc.cz)>.
- [12] *Www.festo.com* [online]. 2011 [cit. 2011-05-02]. Tlumiče nárazu. Dostupné z WWW: <http://www.festo.com/cms/cs_cz/9719.htm>.
- [13] KOPÁČEK, Jaroslav. *Pneumatické mechanismy : D1. Pneumatické prvky a systémy*. Ostrava : VŠB-TU Ostrava, 2010. 265 s. ISBN 978-80-248-0879-6.
- [14] *Www.uni-max.cz* [online]. 2011 [cit. 2011-05-05]. Regulační ventil s manometrem 1/4". Dostupné z WWW: <<http://www.uni-max.cz/regulator-s-manometrem-1-4/d/>>.

- [15] *Pavel Schrank - prodej pneumatických prvků* [online]. 2006 [cit. 2011-01-03]. Šroubení a hadičky. Dostupné z WWW: <<http://www.schrank.cz/sroubeni.htm>>.
- [16] *Orlik COMPRESSORS* [online]. 2007 [cit. 2011-05-06]. PRODUKTY. Dostupné z WWW: <<http://www.orlik.cz/cs/produkty.aspx?id=cgf>>.
- [17] *Www.boschrexroth.com* [online]. 2010-11-08 [cit. 2011-05-12]. Kulové kohouty a uzavírací ventily. Dostupné z WWW: <<http://www.boschrexroth.com/pneumatics-catalog/Vornavigation/Vornavi.cfm?Language=CS&VHist=g94869&PageID=g95908>>.
- [18] *Www.ferona.cz* [online]. 2004-2011 [cit. 2011-05-15]. Profil uzavřený svařovaný černý s obdélníkovým průřezem, EN 10219, rozměr 30x20x2. Dostupné z WWW: <<http://www.ferona.cz/cze/katalog/detail.php?id=29721>>.

9) Seznam obrázků:

Obrázek 1 - Závora se sklopným břevnem[1]	8
Obrázek 2 - Závora s otočným břevnem[1].....	9
Obrázek 3-Závora s děleným břevnem [1].....	9
Obrázek 4-Elektomechanická závora [2]	13
Obrázek 5 - Hydraulicky ovládaná závora [5]	14
Obrázek 6 - Závora Magnetic [6]	15
Obrázek 7 - Oválný plochý profil [7]	17
Obrázek 8- Kvadratické momenty v AutoCADu	17
Obrázek 9 - Kyvný pneumomotor	22
Obrázek 10 - Krouticí moment pneumomotoru[11]	23
Obrázek 11 - Kombinovaný škrťací a jednosměrný ventil s mechanickým ovládáním kladičkou [13]	24
Obrázek 12 - Náčrt pneu. obvodu s časovými relé	25
Obrázek 13 - Náčrt principu tlumení a zajištění.....	26
Obrázek 14 – Schéma obvodu.....	26
Obrázek 15- Hadice [11].....	27
Obrázek 16 - Škrťací ventily [11].....	27
Obrázek 17 - Pneumaticky ovládaný rozvaděč [11].....	28
Obrázek 18 - Rozvaděč obsluhy [11].....	28
Obrázek 19 - Regulační ventil [14].....	29
Obrázek 20 - Logický prvek OR [11]	29
Obrázek 21- jednosměrný ventil [11]	29
Obrázek 22 - Rychloodvzdušňovací ventil [11]	30
Obrázek 23 - Přímočarý pneumomotor [11]	30
Obrázek 24 - Regulátor s filtrem [11].....	31
Obrázek 25 – Kulový ventil [17].....	31
Obrázek 26 – Kompresor [16].....	32
Obrázek 27 - Profil rámu [18]	32

10) Seznam tabulek:

Tabulka 1 - Rozměry plochého oválného profilu	17
Tabulka 2 - Specifikace pneumomotoru[11].....	22
Tabulka 3- Specifikace hadice.....	27
Tabulka 4 - Škrťící ventily.....	27
Tabulka 5 - Pneumaticky ovládaný rozvaděč.....	28
Tabulka 6- Rozvaděč obsluhy	28
Tabulka 7 - Hadice pro ovládání rozvaděče	28
Tabulka 8 - Regulační ventil	29
Tabulka 9 - Logický prvek OR.....	29
Tabulka 10 - Jednosměrný ventil.....	29
Tabulka 11 - Rychloodvzdušňovací ventil.....	30
Tabulka 12 - Přímočarý pneumomotor	30
Tabulka 13 - Nástrčné šroubení.....	30
Tabulka 14 - Regulátor s filtrem.....	31
Tabulka 15 - Kulový ventil	31
Tabulka 16 - Kompresor	32
Tabulka 17 - Profil rámu	32

11) Seznam zkratk:

TP - technické podmínky

MDS OPK – Ministerstvo dopravy a spojů České republiky odbor pozemních komunikací.

12) Seznam příloh:

Příloha A - Výkres obvodového schématu: HYD-KUB-01

Příloha B - Dispoziční výkres zařízení: HYD-KUB-01.00

Příloha C - Sestava mechanismu zajištění a tlumení: HYD-KUB-01.04

Poděkování

Na tomto místě, bych rád poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Miloslavu Žáčkovi za zájem, připomínky, rady a čas, který věnoval mé práci. Poděkovat bych chtěl také katedře Hydromechaniky a hydraulických zařízení VŠB-TU Ostrava, za poskytnutí podmínek pro vznik této práce.

Děkuji Tomáš Kubala